

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 856 099 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.06.2000 Bulletin 2000/26

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR96/01632

(21) Numéro de dépôt: **96934935.6**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 97/14877 (24.04.1997 Gazette 1997/18)

(22) Date de dépôt: **18.10.1998**

**(54) SYSTEME ET PROCEDURE DE DOUBLE BOUCLE DE COMMANDE POUR MOTEUR A
COMBUSTION INTERNE**

**SYSTEM UND VERFAHREN MIT EINEM DOPPELTEN REGELUNGSKREIS FÜR
BRENNKRAFTMASCHINE**

DUAL CONTROL LOOP SYSTEM AND METHOD FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

• **GIVOIS, Bernard**
F-77240 Vert-Saint-Denis (FR)

(30) Priorité: **18.10.1995 FR 9512237**

(74) Mandataire: **Fernandez, Francis et al**
Renault,
Technocentre,
S.0267 - TCR AVA 0-56,
1, avenue du Golf
78288 Guyancourt (FR)

(43) Date de publication de la demande:
05.08.1998 Bulletin 1998/32

(73) Titulaire: **RENAULT**
92109 Boulogne-Billancourt (FR)

(56) Documents cités:
US-A- 3 839 654 **US-A- 4 809 501**
US-A- 4 831 838 **US-A- 5 168 700**
US-A- 5 398 501

(72) Inventeurs:
• **SIMON, Edouard**
F-75007 Paris (FR)

EP 0 856 099 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne les moteurs à combustion interne du type à injection et comportant un pot d'échappement catalytique et, plus particulièrement dans de tels moteurs, un système et un procédé pour asservir le rapport carburant/air par une double boucle de contre-réaction fonctionnant en temps réel.

[0002] Il est connu d'utiliser des systèmes pour modifier la quantité de carburant qui est injectée dans un moteur en fonction de la composition des gaz d'échappement et, plus particulièrement, de la teneur en oxygène de ces gaz. A cet effet, la teneur en oxygène est mesurée à l'aide d'une sonde non linéaire dite sonde "lambda" ou sonde EGO, EGO étant l'acronyme anglo-saxon pour "Exhaust Gas Oxygen". Une telle sonde est disposée en amont du pot d'échappement catalytique qui traite les gaz d'échappement et le signal fourni par cette sonde sert à modifier la quantité de carburant qui est injectée en amont des cylindres du moteur par l'intermédiaire d'une première boucle de contre-réaction.

[0003] Dans certaines applications, il est connu de disposer une deuxième sonde lambda en aval du pot d'échappement catalytique et d'utiliser le signal fourni par cette sonde pour mesurer, par exemple, les performances du pot d'échappement catalytique.

[0004] Dans d'autres applications, le signal de cette deuxième sonde est utilisé pour régler lentement le rapport carburant/air de la première boucle en changeant son point de fonctionnement ou en changeant sa fonction de transfert. Ce réglage lent compense le vieillissement de la première sonde suivant une moyenne mais ne réalise pas la régulation en temps réel du rapport carburant/air, appelée régulation de la richesse, pour qu'il soit maintenu à la stoechiométrie ou à une valeur proche et assurer ainsi un bon fonctionnement du pot catalytique, ce qui conduit à une moindre pollution. Un but de la présente invention est donc de mettre en oeuvre un système et un procédé de double boucle de commande pour moteur à combustion interne qui permettent une régulation en temps réel du rapport carburant/air.

[0005] La régulation de la richesse est par exemple obtenue par un calculateur d'injection grâce à la tension du signal fourni par la sonde non linéaire, en modifiant le temps d'injection par l'intermédiaire d'un terme correcteur. Ce terme correcteur est une fonction du signe de la différence entre la tension de sonde et une tension de seuil. Par exemple, lorsque la tension de sonde est inférieure à la tension de seuil, cela signifie que la teneur en oxygène est trop élevée et la correction consiste à accroître la durée d'injection pour augmenter la quantité de carburant, c'est-à-dire la richesse. Dans le cas inverse, la correction consiste à décroître la durée d'injection pour diminuer la richesse.

[0006] Avec une telle régulation, les caractéristiques physiques de la sonde telles que le temps de réponse lors des transitions pauvre-riche ou riche-pauvre et la dépendance de la caractéristique tension en fonction de

la richesse selon la composition des gaz d'échappement pouvant conduire à une richesse moyenne de régulation différente de la stoechiométrie.

[0007] Par ailleurs, pour obtenir une efficacité maximale du pot d'échappement catalytique ou pour toute autre considération de mise au point du moteur, il peut être nécessaire de choisir une richesse moyenne qui est sensiblement différente de la stoechiométrie.

[0008] Un autre but de la présente invention est donc de mettre en oeuvre un système et un procédé de double boucle de commande pour moteur à combustion interne qui permettent de modifier la richesse moyenne et l'asservir à une valeur prédéterminée.

[0009] L'invention concerne donc un système de double boucle de commande de richesse pour moteur à combustion interne du type à injection commandée par un ordinateur électrique et équipé d'un pot catalytique qui comprend :

- une première boucle de commande comprenant une première sonde non linéaire pour fournir un premier signal électrique V_{amont} représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur à l'entrée du pot catalytique et un premier circuit correcteur pour traiter ledit premier signal électrique de manière à fournir à l'ordinateur un premier signal de correction KCL de la quantité de carburant injectée,
- une deuxième boucle de commande comprenant une deuxième sonde non linéaire pour fournir un deuxième signal électrique V_{aval} représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement sortant dudit pot catalytique,

caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, dans la deuxième boucle de commande, un deuxième circuit correcteur pour traiter ledit deuxième signal V_{aval} de manière à fournir à l'ordinateur un deuxième signal de correction KRICH de la quantité de carburant injectée. Le deuxième signal de correction KRICH est ajouté au premier signal de correction KCL soit au moment des transitions pauvre-riche et/ou riche-pauvre du premier signal de correction KCL, soit de manière continue. L'invention concerne également un procédé pour contrôler la quantité de carburant injectée dans un moteur à combustion interne du type à injection contrôlée par un ordinateur électronique et équipé d'un pot catalytique, ledit ordinateur électronique recevant un premier signal de correction KCL d'une première boucle de contre-réaction comprenant une première sonde non linéaire, le procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :

- (a) mesure, à la sortie du pot catalytique, à l'aide d'une deuxième sonde non linéaire, de la proportion de l'un des composants des gaz de sortie dudit pot catalytique de manière à obtenir un signal électrique V_{aval} dont l'amplitude est représentative de cette proportion,

- (b) élaboration, à partir dudit signal électrique V_{aval} , d'un deuxième signal de correction KRICH, et
- (c) modification du premier signal de correction KCL par ledit deuxième signal de correction KRICH.

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'exemples particuliers de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma fonctionnel d'une double boucle de richesse selon l'art antérieur,
- les figures 2-A et 2-B sont des diagrammes montrant une stratégie de correction de la richesse selon l'art antérieur avec une seule boucle de contre-réaction,
- les figures 3-A à 3-J sont des diagrammes montrant différentes manières ou stratégies de correction de la richesse selon l'invention,
- les figures 4-A, 4-B et 4-C sont des diagrammes montrant une autre manière de corriger la richesse selon l'invention, et
- la figure 5 est un schéma fonctionnel de plusieurs variantes selon l'invention.

[0011] Sur la figure 1, un moteur à combustion interne 10 est commandé, de manière connue, par un ordinateur électronique 12. Les gaz d'échappement de ce moteur sont filtrés par un pot d'échappement 14 de type catalytique, duquel ils s'échappent vers l'air libre. Une première sonde 16 est disposée à l'entrée du pot d'échappement et mesure la teneur de l'un des composants principaux des gaz d'échappement, ce composant étant habituellement l'oxygène. Cette sonde est du type non linéaire et est souvent appelée, comme indiqué ci-dessus, sonde "lambda" ou sonde EGO.

[0012] Cette sonde fournit sur sa borne de sortie un signal électrique V_{amont} (Figure 2-A) qui est appliqué à un circuit comparateur 18 dans lequel V_{amont} est comparé à une tension de seuil VS_{amont} pour déterminer le signe de V_{amont} par rapport à ce seuil.

[0013] La valeur du seuil VS_{amont} dépend des caractéristiques de la sonde et correspond à la tension de basculement de la sonde lorsque les conditions de stoechiométrie sont remplies.

[0014] La borne de sortie du circuit comparateur 18, qui fournit un signal binaire $\underline{1}$ ou $\underline{0}$, est connectée à la borne d'entrée d'un premier circuit correcteur 20 de régulation de richesse qui est du type proportionnel de gain P et intégral de gain I. Le circuit correcteur 20 fournit un signal KCL qui a la forme représentée par le diagramme de la figure 2-B. C'est ce signal KCL qui est fourni à l'ordinateur 12 pour commander la quantité de carburant à injecter. Ainsi, dès que V_{amont} est inférieur à VS_{amont} , cela signifie que le mélange est pauvre en carburant et qu'il faut augmenter la quantité de carburant. C'est ce qui est réalisé par le saut +P (Figure 2-B)

suivi d'une pente positive de pente I jusqu'au moment où V_{amont} dépasse VS_{amont} , ce qui signifie que le mélange devient riche en carburant et qu'il faut en diminuer la quantité. Ceci est réalisé par un saut -P suivi d'une pente négative de valeur I.

[0015] La valeur de correction KCL, fournie par le circuit correcteur 20, est modifiée par un deuxième circuit correcteur 22, qui introduit un terme correcteur KRICH, avant d'être appliquée à l'ordinateur 12. Ce terme correcteur KRICH est déterminé par un circuit 24 à partir d'un signal de sortie V_{aval} d'une deuxième sonde lambda 26 qui est disposée à la sortie du pot d'échappement catalytique 14. Ce circuit 24 est essentiellement constitué d'un comparateur 28 auquel sont appliqués le signal V_{aval} et un signal dit de consigne VC_{aval} et d'un troisième circuit correcteur 30 auquel est appliqué le signal ($V_{\text{aval}} - VC_{\text{aval}}$) fourni par le circuit comparateur 28. Le troisième circuit correcteur 30 est par exemple du type proportionnel et intégral et fournit le signal KRICH qui est appliqué au deuxième circuit correcteur 22.

[0016] Le deuxième circuit correcteur 22 peut introduire la correction KRICH de différentes manières ou stratégies qui seront expliquées en relation avec les diagrammes temporels des figures 3-A à 3-J. Les diagrammes des figures 3-A à 3-J sont des tracés du signal KCL tel que modifié par le deuxième circuit correcteur 22 selon différentes manières, le signal KCL modifié étant appelé KCL_m .

[0017] Selon une première manière (Figures 3-A et 3-B), le signal KRICH est appliqué lors des transitions pauvre-riche qui sont détectées par la première sonde, ce qui correspond au flanc descendant du signal KCL. Dans le cas où $KRICH > 0$ (enrichissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-A tandis que dans le cas où $KRICH < 0$ (appauvrissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-C.

[0018] Selon une deuxième manière (figures 3-C et 3-D), le signal KRICH est appliqué lors des transitions riche-pauvre qui sont détectées par la première sonde, ce qui correspond au flanc montant du signal KCL. Dans le cas où $KRICH > 0$ (enrichissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-C tandis que dans le cas où $KRICH < 0$ (appauvrissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-D.

[0019] Selon une troisième manière (Figures 3-E et 3-F), le signal KRICH est appliqué à chaque transition mais avec une valeur moitié de KRICH, soit $KRICH/2$. Dans le cas où $KRICH > 0$ (enrichissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-E tandis que dans le cas où $KRICH < 0$ (appauvrissement), le tracé de KCL_m est celui de la figure 3-F.

[0020] Selon une quatrième manière (Figure 3-G, 3-H), KRICH est appliqué lors des transitions pauvre-riche (flanc descendant) lorsqu'il est positif (enrichissement) selon le tracé de la figure 3-G et lors des transitions riche-pauvre (flanc montant) lorsqu'il est négatif (appauvrissement) selon le tracé de la figure 3-H.

[0021] Selon une cinquième manière (Figures 3-I et

3-J), KRICH est appliqué lors des transitions riche-pauvre (flanc montant) lorsqu'il est positif (enrichissement) selon le tracé de la figure 3-I et lors des transitions pauvre-riche (flanc descendant) lorsqu'il est négatif (appauvrissement) selon le tracé de la figure 3-J.

[0022] Selon une sixième manière (Figures 4-A à 4-C), le signal KRICH est additionné à KCL en modifiant la pente de l'intégrale pour obtenir KCL_m tel que :

$$KCL_m = KCL + KRICH$$

à la fin de la période de régulation, ce qui implique que la pente doit être modifiée de la valeur $KRICH/T$, où T est une donnée fixe qui est de l'ordre de la période de régulation. En conséquence, la pente α des figures 4-B et 4-C est donnée par :

$$\alpha = 1 + KRICH/T,$$

tandis que la pente Θ est donnée par :

$$\Theta = -1 + KRICH/T.$$

[0023] On obtient alors le tracé de la figure 4-B pour $KRICH > 0$ (enrichissement) et celui de la figure 4-C pour $KRICH < 0$ (appauvrissement).

[0024] La figure 4-A représente, en correspondance avec la figure 4-B, la variation de la tension V_{amont} par rapport à VS_{amont} et définit les transitions pauvre-riche et riche-pauvre.

[0025] Dans la description de la figure 1, pour des raisons de clarté de l'exposé, les circuits 18, 20, 22, 28 et 30 ont été séparés les uns des autres pour bien montrer les caractéristiques de l'invention. En réalité, ces circuits font partie intégrante de l'ordinateur 12, ce dernier englobant tous les circuits à l'intérieur du rectangle en trait discontinu 12'.

[0026] Le système selon l'invention est présenté en relation avec la figure 5.

[0027] Selon l'invention objet du rectangle 60 de la figure 5, le signal KRICH est filtré dans un filtre du premier ordre 54 pour obtenir un signal $KRICH_{moy}$ dont la valeur est enregistrée dans une mémoire 56. Lors de la lecture de la mémoire 56, le signal lu est appliqué à un circuit additionneur 58 qui reçoit par ailleurs le signal KRICH. Le signal est appliqué au circuit correcteur 22 soit par l'intermédiaire du circuit additionneur 40, soit directement en l'absence du circuit additionneur 40.

[0028] Au lieu d'une seule valeur de $KRICH_{moy}$, la mémoire 56 peut contenir plusieurs valeurs correspondant chacune à un point de fonctionnement du moteur qui est défini par un régime moteur et une pression collecteur. La mémoire 56 est adressée par l'ordinateur 12 tout comme les mémoires 42 et 44.

[0029] A la sortie du circuit additionneur 58, la valeur

du signal $KRICH_f$ est donnée par :

$$KRICH_f = KRICH_{moy} + KRICH = KRICH_{moy} + KRICH_{prop} + KRICH_{int},$$

$KRICH_{prop}$ et $KRICH_{int}$ indiquant respectivement les termes "proportionnel" et "intégral" du signal KRICH. Or, le terme proportionnel a une valeur moyenne nulle de sorte que $KRICH_{moy}$ est une valeur filtrée de $KRICH_{int}$.

[0030] Le système objet de la présente invention peut présenter des variantes.

[0031] Ainsi dans la variante selon le rectangle en pointillé 50 de la figure 5, le signal de sortie KRICH du circuit correcteur 24 est appliqué au circuit correcteur 22 par l'intermédiaire d'un circuit additionneur 40. Ce circuit additionneur 40 comprend une première borne d'entrée à laquelle est appliqué le signal KRICH et une deuxième borne d'entrée à laquelle est appliqué un signal ou information $KRICH_C$ fourni par une table cartographique ou mémoire 42 en fonction du point de fonctionnement du moteur. Cette table 42 est adressée par les caractéristiques du point de fonctionnement du moteur, telles que le régime moteur et la pression collecteur, qui sont fournies par l'ordinateur 12. C'est le signal résultant de l'addition $KRICH + KRICH_C = KRICH_{\Sigma}$ qui est appliqué au circuit correcteur 22 et utilisé selon les manières décrites ci-dessus.

[0032] A cette première variante relative à la modification de la valeur de KRICH, on peut ajouter soit en combinaison, soit séparément une variante selon le rectangle en pointillé 52 et relative à la variation de la tension de consigne VC_{aval} selon une cartographie pour un certain nombre de points de fonctionnement. Ces valeurs de VC_{aval} pour les différents points de fonctionnement sont enregistrées dans une table 44 qui est adressée par l'ordinateur 12.

[0033] Dans une autre variante, le signal V_{aval} est filtré par un filtre passe-bas 46 avant d'être appliqué au circuit correcteur 24. Un tel filtrage permet d'éliminer les fréquences correspondant aux battements de la régulation de richesse qui n'ont pas été complètement amortis par le pot catalytique.

Revendications

1. Système de double boucle de commande de richesse pour moteur à combustion interne (10) du type à injection commandée par un ordinateur électronique (12) et équipé d'un pot catalytique qui comprend :

- une première boucle de commande comprenant une première sonde non linéaire (16) pour fournir un premier signal électrique (V_{amont}) re-

- présentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur (10) à l'entrée du pot catalytique (14) et un premier circuit correcteur (18, 20) pour traiter ledit premier signal électrique de manière à fournir à l'ordinateur (12) un premier signal de correction (KCL) de la quantité de carburant injectée,
- une deuxième boucle de commande comprenant une deuxième sonde non linéaire (26) pour fournir un deuxième signal électrique (V_{av2}) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement sortant dudit pot catalytique (14), et un deuxième circuit correcteur (24) pour traiter ledit deuxième signal (V_{av2}) de manière à fournir à l'ordinateur (12) un deuxième signal de correction (KRICH) de la quantité de carburant injectée,
- caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, dans la deuxième boucle de commande, un circuit de filtrage (54) du signal de sortie du deuxième circuit correcteur (24) et un circuit additionneur (58) auquel sont appliqués le signal de sortie du deuxième circuit correcteur (24) et le signal de sortie du circuit de filtrage (54).
2. Système selon la revendication 1, caractérisé :
 - en ce que le circuit de filtrage (54) du signal de sortie du deuxième circuit correcteur (24) fournit un signal de moyenne ($KRICH_{moy}$),
 - en ce qu'au moins une valeur dudit signal de moyenne ($KRICH_{moy}$) est enregistrée dans une mémoire (56), de manière à être lue sous le contrôle de l'ordinateur (12) pour être appliquée au circuit additionneur (58).
 3. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la première boucle de commande comprend, en outre, un troisième circuit correcteur (22) auquel sont appliqués ledit premier signal de correction (KCL) et ledit deuxième signal de correction (KRICH) et qui fournit à l'ordinateur (12) un troisième signal de correction (KCL_m) de la quantité de carburant injectée.
 4. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit troisième circuit correcteur (22) est un circuit additionneur.
 5. Système selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le deuxième circuit correcteur (24) comprend :
 - un circuit comparateur (28) pour comparer l'amplitude dudit deuxième signal électrique (V_{av2}) à une valeur de consigne (VC_{av2}) de manière à fournir un signal représentatif de leur
- différence ($V_{av2} - VC_{av2}$), et
 - un circuit de traitement (30) du signal de différence ($V_{av2} - VC_{av2}$) pour fournir ledit deuxième signal correcteur de manière à asservir le deuxième signal électrique (V_{av2}) à la valeur de consigne (VC_{av2}).
6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le circuit de traitement (30) applique au signal différence une fonction de transfert du type proportionnel-intégral.
 7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un quatrième circuit correcteur (50) pour modifier ledit deuxième signal correcteur (KRICH) d'une valeur ($KRICH_C$) correspondant à une valeur du deuxième signal correcteur pour au moins un point de fonctionnement du moteur (10).
 8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le quatrième circuit correcteur (50) comprend une première mémoire (42) dans laquelle est enregistrée au moins une valeur ($KRICH_C$) correspondant à une valeur du deuxième signal de correction (KRICH) pour un point de fonctionnement du moteur (10) et un circuit additionneur (40) pour additionner la valeur lue dans ladite mémoire (42) au deuxième signal de correction (KRICH), la lecture dans ladite mémoire (42) étant sous le contrôle de l'ordinateur (12) de manière que la valeur lue corresponde au point de fonctionnement dudit moteur (10).
 9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, une deuxième mémoire (44) pour enregistrer une pluralité de valeurs de la tension de consigne (VC_{av2}), chaque valeur correspondant à un point de fonctionnement du moteur (10), la lecture de ladite mémoire étant sous le contrôle de l'ordinateur (12) de manière que la valeur lue corresponde au point de fonctionnement dudit moteur (10).
 10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que la troisième mémoire (52) est prévue pour enregistrer une pluralité de valeurs du signal de moyenne ($KRICH_{moy}$), chaque valeur correspondant à un point de fonctionnement du moteur et étant sélectionnée à la lecture par l'ordinateur (12) en fonction des caractéristiques du point de fonctionnement du moteur.
 11. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un filtre passe-bas auquel est appliqué le signal de sortie (V_{av2}) de la deuxième

sonde (26) et qui fournit un signal filtré à l'entrée du deuxième circuit correcteur (24).

12. Procédé pour contrôler la quantité de carburant injectée dans un moteur à combustion interne (10) du type à injection contrôlée par un ordinateur électronique (12) et équipé d'un pot catalytique (14), ledit ordinateur électronique (12) recevant

- un premier signal de correction (KCL) de la quantité de carburant injectée d'une première boucle de contre-réaction (16, 18, 20) comprenant une première sonde (16) non-linéaire (16), pour fournir un premier signal électrique (V_{a_mont}) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur (10) à l'entrée du pot catalytique (14) et, recevant un deuxième signal de correction (KRICH) de la quantité de carburant injectée d'une deuxième boucle de contre-réaction (26, 24) comprenant une deuxième sonde non-linéaire (26) pour fournir un deuxième signal électrique (V_{aval}) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement sortant dudit pot catalytique (14),

le procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :

- (a) filtrage (54) du deuxième signal de correction (KRICH),
- (b) mise en mémoire (56) d'au moins une valeur du signal filtré,
- (c) sélection d'une valeur mise en mémoire par l'ordinateur (12),
- (d) addition de la valeur sélectionnée dans la mémoire (56) au deuxième signal de correction (KRICH) pour obtenir un deuxième signal de correction modifié,
- (e) modification du premier signal de correction (KCL) par le deuxième signal de correction modifié selon les étapes (a), (b), (c) et (d).

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape (e) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction modifié lors des transitions pauvre-riche du premier signal de correction (KCL).

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape (e) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction modifié lors des transitions riche-pauvre du premier signal de correction (KCL).

15. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en

ce que l'étape (e) consiste à :

- appliquer la valeur moitié du deuxième signal de correction modifié à chaque transition pauvre-riche et riche-pauvre du premier signal de correction (KCL).

16. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape (e) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction modifié lors des transitions pauvre-riche du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction modifié est positif et lors des transitions riche-pauvre du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction modifié est négatif.

17. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape (e) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction modifié lors des transitions riche-pauvre du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction est positif et lors des transitions pauvre-riche du premier signal de correction (KCL) lorsque ledit deuxième signal de correction modifié est négatif.

18. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape (e) consiste à :

- appliquer le deuxième signal de correction modifié sous la forme d'une variation continue du premier signal de correction (KCL) pendant une durée déterminée (T).

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que ladite variation continue du premier signal de correction (KCL) consiste à modifier la pente de l'intégrale d'une valeur modifiée de KRICH inversement proportionnelle à la durée T pendant ladite durée déterminée (T).

Patentansprüche

1. System mit einem doppelten Gemisch-Regelungskreis für eine Brennkraftmaschine (10), bei der die Einspritzung durch einen elektronischen Rechner gesteuert wird und die mit einem Katalysator ausgerüstet ist, wobei das System aufweist:

- einen ersten Regelungskreis mit einer ersten nicht linearen Sonde (16), um ein erstes elektrisches Signal (V_{a_mont}) zu liefern, das das Verhältnis eines der Komponenten der Auspuffga-

- se des Motors (10) am Eingang des Katalysators (14) darstellt, und eine erste Korrekturschaltung (18, 20), um dieses erste elektrische Signal so zu behandeln, dass an den Rechner ein erstes Korrektursignal (KCL) für die Menge des eingespritzten Kraftstoffes geliefert wird;
- einen zweiten Regelungskreis mit einer zweiten nicht linearen Sonde (26), um ein zweites elektrisches Signal (V_{aval}) zu liefern, das das Verhältnis einer der Komponenten der Auspuffgase aus dem Katalysator (14) repräsentiert, und mit einer zweiten Korrekturschaltung (24), um dieses zweite Signal (V_{aval}) so zu behandeln, dass an den Rechner (12) ein zweites Korrektursignal (KRICH) für die Menge des eingespritzten Brennstoffes geliefert wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass es darüber hinaus in dem zweiten Regelungskreis eine Filterschaltung (54) für das Ausgangssignal der zweiten Korrekturschaltung (24) und eine Additionsschaltung (58) aufweist, der das Ausgangssignal der zweiten Korrekturschaltung (24) und das Ausgangssignal der Filterschaltung (54) zugeführt werden.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Filterschaltung (54) für das Ausgangssignal der zweiten Korrekturschaltung (24) ein gemittelttes Signal ($KRICH_{moy}$) liefert,
 - dass zumindest ein Wert dieses gemittelten Signals ($KRICH_{moy}$) in einem Speicher (56) abgelegt wird, sodass es vom Rechner (12) gesteuert gelesen werden kann, um es der Additionsschaltung (58) zuzuführen.
 3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Regelungskreis zusätzlich eine dritte Korrekturschaltung (22) aufweist, der das erste Korrektursignal (KCL) und das zweite Korrektursignal (KRICH) zugeführt werden und die an den Rechner (12) ein drittes Korrektursignal (KCL_m) für die Menge des eingespritzten Kraftstoffes liefert.
 4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Korrekturschaltung (22) eine Additionsschaltung ist.
 5. System nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Korrekturschaltung (24) folgende Merkmale aufweist:
 - eine Vergleichsschaltung (28), um die Amplitude des zweiten elektrischen Signales (V_{aval}) mit einem Referenzwert (V_{aval}) zu vergleichen, um ein Signal entsprechend deren Differenz ($V_{aval} - VC_{aval}$) zu liefern, und
 - eine Bearbeitungsschaltung (30) für das Differenzsignal ($V_{aval} - VC_{aval}$), um das zweite Korrektursignal so abzugeben, dass das zweite elektrische Signal (V_{aval}) auf den Referenzwert (VC_{aval}) geregelt wird.
 6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitungsschaltung (30) auf das Differenzsignal eine Übertragungsfunktion vom Typ Proportional-Integral anwendet.
 7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich eine vierte Korrekturschaltung (50) aufweist, um das zweite Korrektursignal (KRICH) für zumindest einen Arbeitspunkt des Motors (10) mit einem Wert ($KRICH_C$) zu modifizieren, der einem Wert des zweiten Korrektursignales entspricht.
 8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Korrekturschaltung (50) einen ersten Speicher (42) aufweist, in dem zumindest ein Wert ($KRICH_C$) entsprechend einem Wert des zweiten Korrektursignales (KRICH) für einen Arbeitspunkt des Motors abgelegt ist, und eine Additionsschaltung (40) aufweist, um den in diesem Speicher (42) ausgelesenen Wert zu dem zweiten Korrektursignal (KRICH) zu addieren, wobei das Auslesen in diesem Speicher (42) von dem Rechner (12) so gesteuert wird, dass der ausgelesene Wert dem Arbeitspunkt des Motors entspricht.
 9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich einen zweiten Speicher (44) aufweist, um mehrere Werte der Referenzspannung (VC_{aval}) zu speichern, wobei jeder Wert einem Arbeitspunkt des Motors (10) entspricht und das Auslesen dieses Speichers von dem Rechner (12) so gesteuert wird, dass der ausgelesene Wert dem Arbeitspunkt des Motors (10) entspricht.
 10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Speicher (52) vorgesehen ist, um mehrere Werte des gemittelten Signals ($KRICH_{moy}$) zu speichern, wobei jeder Wert einem Arbeitspunkt des Motors entspricht und für das Auslesen durch den Rechner (12) als Funktion der Charakteristiken des Arbeitspunktes des Motors ausgewählt ist.
 11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich einen Tiefpassfilter aufweist, dem das Ausgangssignal (V_{aval}) der zweiten Sonde (26) zugeführt wird und der ein gefiltertes Signal an den Eingang der zweiten Korrekturschaltung (24) liefert.
 12. Verfahren zum Regeln der Menge eines einge-

spritzten Kraftstoffes in eine Brennkraftmaschine (10) mit Einspritzung, die durch einen elektronischen Rechner (12) gesteuert wird und die einen Katalysator aufweist wobei der elektronische Rechner

- ein erstes Korrektursignal (KCL) für die Menge des eingespritzten Kraftstoffes von einer ersten Rückkopplungsschleife (16, 18, 20) empfängt, die eine erste nicht lineare Sonde (16) enthält, um ein erstes elektrisches Signal (V_{amont}) zu liefern, das das Verhältnis einer der Komponenten der Auspuffgase des Motors (10) am Eingang des Katalysators (14) repräsentiert, und
- ein zweites Korrektursignal (KRICH) für die Menge des eingespritzten Kraftstoffes von einer zweiten Rückkopplungsschleife (26, 24) empfängt, die eine zweite nicht lineare Sonde (26) enthält, um ein zweites elektrisches Signal (V_{aval}) zu liefern, das das Verhältnis eines der Komponenten der Auspuffgase am Ausgang des Katalysators (14) repräsentiert, wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:

(a) Filtern (54) des zweiten Korrektursignales (KRICH),

(b) Eingeben zumindest eines Wertes des gefilterten Signales in einen Speicher (56),

(c) Auswählen eines in dem Speicher abgelegten Wertes durch den Rechner (12),

(d) Addition des aus dem Speicher (56) ausgewählten Wertes zu dem zweiten Korrektursignal (KRICH), um ein zweites modifiziertes Korrektursignal zu erhalten,

(e) Modifizieren des ersten Korrektursignales (KCL) durch das zweite modifizierte Korrektursignal entsprechend den Schritten (a), (b), (c) und (d).

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (e) daraus besteht,

- das zweite modifizierte Korrektursignal während der Mager-Fett-Übergänge des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (e) daraus besteht,

- das zweite modifizierte Korrektursignal während der Fett-Mager-Übergänge des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden.

15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (e) darin besteht,

- den halben Wert des zweiten modifizierten Korrektursignales bei jedem Mager-Fett-Übergang und jedem Fett-Mager-Übergang des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden.

16. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (e) darin besteht,

- das zweite modifizierte Korrektursignal während der Mager-Fett-Übergänge des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden, wenn das zweite modifizierte Korrektursignal positiv ist, und während der Fett-Mager-Übergänge des ersten Korrektursignales anzuwenden, wenn das zweite modifizierte Korrektursignal negativ ist.

17. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (e) darin besteht,

- das zweite modifizierte Korrektursignal während der Fett-Mager-Übergänge des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden, wenn das zweite Korrektursignal positiv ist, und während der Mager-Fett-Übergänge des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden, wenn das zweite modifizierte Korrektursignal negativ ist.

18. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (e) darin besteht,

- das zweite modifizierte Korrektursignal während einer vorbestimmten Dauer (T) unter der Form einer kontinuierlichen Variierung des ersten Korrektursignales (KCL) anzuwenden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die kontinuierliche Variierung des ersten Korrektursignales (KCL) dari Speichern (56) n besteht, die Steigung des Integrales eines modifizierten Wertes des inversen Wertes von KRICH proportional zu der Dauer T während der bestimmten Dauer T zu modifizieren.

Claims

1. Double loop system for controlling the richness in an internal combustion engine (10) of the type with injection controlled by an electronic computer (12), and equipped with a catalytic converter, which comprises: - a first control loop comprising a first non-linear probe (16) for supplying a first electrical signal ($V_{upstream}$) representing the proportion of one of the components of the exhaust gases of the engine (10) at the inlet of the catalytic converter (14), and a first correcting circuit (18, 20) for processing said first

electrical signal such as to supply to the computer (12) a first correcting signal (KCL) for the quantity of fuel injected,

- a second control loop comprising a second non-linear probe (26) for supplying a second electrical signal ($V_{\text{downstream}}$) representing the proportion of one of the components of the exhaust gases leaving said catalytic converter (14), and a second correcting circuit (24) for processing said second signal ($V_{\text{downstream}}$) such as to supply to the computer (12) a second correcting signal (KRICH) of the quantity of fuel injected,

characterised in that it comprises, moreover, in the second control loop, a filtering circuit (54) for the output signal from the second correcting circuit (24), and an adding circuit (58) to which the output signal of the second correcting circuit (24) and the output signal of the filtering circuit (54) are applied.

2. System according to claim 1, characterised:

- in that the filtering circuit (54) for the output signal of the second correcting circuit (24) provides an average signal ($KRICH_{\text{moy}}$),
- in that at least one value of said average signal ($KRICH_{\text{moy}}$) is recorded in a memory (56) such as to be read under the control of the computer (12) in order to be applied to the adding circuit (58).

3. System according to claim 1 or 2, characterised in that the first control loop comprises, moreover, a third correcting circuit (22) to which are applied said first correcting signal (KCL) and said second correcting signal (KRICH), and which provides to the computer (12) a third correcting signal (KCL_m) for the quantity of fuel injected.

4. System according to claim 3, characterised in that said third correcting circuit (22) is an adding circuit.

5. System according to one of claims 1, 2, 3 or 4, characterised in that the second correcting circuit (24) comprises:

- a comparator circuit (28) for comparing the amplitude of said second electrical signal ($V_{\text{downstream}}$) with a reference value ($VC_{\text{downstream}}$) such as to provide a signal representing their difference ($V_{\text{downstream}} - VC_{\text{downstream}}$), and
- a processing circuit (30) for the difference signal ($V_{\text{downstream}} - VC_{\text{downstream}}$) to provide said second correcting signal such as to regulate the second electrical signal ($V_{\text{downstream}}$) to the reference value ($VC_{\text{downstream}}$).

6. System according to claim 5, characterised in that the processing circuit (30) applies to the difference signal a transfer function, of the proportional-integral type.

7. System according to any one of the preceding claims 1 to 6, characterised in that it moreover comprises a fourth correcting circuit (50) for modifying said second correcting signal (KRICH) by a value ($KRICH_C$) corresponding to a value of the second correcting signal for at least one operating point of the engine (10).

8. System according to claim 7, characterised in that the fourth correcting circuit (50) comprises a first memory (42) in which there is recorded at least one value ($KRICH_C$) corresponding to a value of the second correcting signal (KRICH) for an operating point of the engine (10), and an adding circuit (40) for adding the value read in said memory (42) to the second correcting signal (KRICH), the reading in said memory (42) being under the control of the computer (12) such that the value read corresponds to the operating point of said engine (10).

9. System according to any one of the preceding claims 5 to 8, characterised in that it comprises, moreover, a second memory (44) for recording a plurality of values of the reference voltage ($VC_{\text{downstream}}$), each value corresponding to an operating point of the engine (10), the reading of said memory being under the control of the computer (12) such that the value read corresponds to the operating point of said engine (10).

10. System according to claim 9, characterised in that the third memory (52) is provided for recording a plurality of values of the average signal ($KRICH_{\text{moy}}$), each value corresponding to an operating point of the engine, and being selected from reading by the computer (12) according to the characteristics of the operating point of the engine.

11. System according to any one of the preceding claims 1 to 10, characterised in that it comprises, moreover, a low pass filter to which the output signal ($V_{\text{downstream}}$) from the second probe (26) is applied, and which provides a filtered signal at the input of the second correcting circuit (24).

12. Method for controlling the quantity of fuel injected into an internal combustion engine (10) of the type with injection controlled by an electronic computer (12) and equipped with a catalytic converter (14), said electronic computer (12) receiving

- a first correcting signal (KCL) for the quantity of fuel injected of a first feedback loop (16, 18, 20),

- comprising a first non-linear (16) probe (16), for providing a first electrical signal ($V_{upstream}$) representing the proportion of one of the components of the exhaust gases of the engine (10) at the input of the catalytic converter (14), and
 5 receiving a second correcting signal (KRICH) for the quantity of fuel injected from a second feedback loop (26, 24), comprising a second non-linear probe (26) for providing a second electrical signal ($V_{downstream}$) representing the proportion of one of the components of the exhaust gases leaving the catalytic converter (14),

the method being characterised by the following steps:

- (a) filtering (54) of the correcting second signal (KRICH),
- (b) storing in the memory (56) of at least one value of the filtered signal,
- (c) selection of a value, stored in the memory, by the computer (12),
- (d) addition of the value selected from the memory (56) to the second correcting signal (KRICH) to obtain a second, modified, correcting signal;
- (e) modification of the first correcting signal (KCL) by the second, modified, correcting signal according to steps (a), (b), (c), and (d).

13. Method according to claim 12, characterised in that step (e) consists of:

- applying the second, modified, correcting signal during the lean-rich transitions of the first correcting signal (KCL).

14. Method according to claim 12, characterised in that step (e) consists of:

- applying the second, modified, correcting signal during the rich-lean transitions of the first correcting signal (KCL).

15. Method according to claim 12, characterised in that step (e) consists of:

- applying half the value of the second, modified, correcting signal at each lean-rich and rich-poor transition of the first correcting signal (KCL).

16. Method according to claim 12, characterised in that step (e) consists of:

- applying the second, modified, correcting signal during the lean-rich transitions of the first

correcting signal (KCL) when said second, modified, correcting signal is positive, and during rich-lean transitions of the first correcting signal (KCL) when said second, modified, correcting signal is negative.

17. Method according to claim 12, characterised in that step (e) consists of:

- applying the second, modified, correcting signal during the rich-lean transitions of the first correcting signal (KCL) when said second correcting signal is positive, and during lean-rich transitions of the first correcting signal (KCL) when said second, modified, correcting signal is negative.

18. Method according to claim 12, characterised in that step (e) consists of:

- applying the second, modified, correcting signal in the form of a continuous variation of the first correcting signal (KCL) for a determined duration (T).

19. Method according to claim 18, characterised in that said continuous variation of the first correcting signal (KCL) consists of modifying the peak of the integral by a modified value of KRICH inversely proportional to the duration T during said determined duration (T).

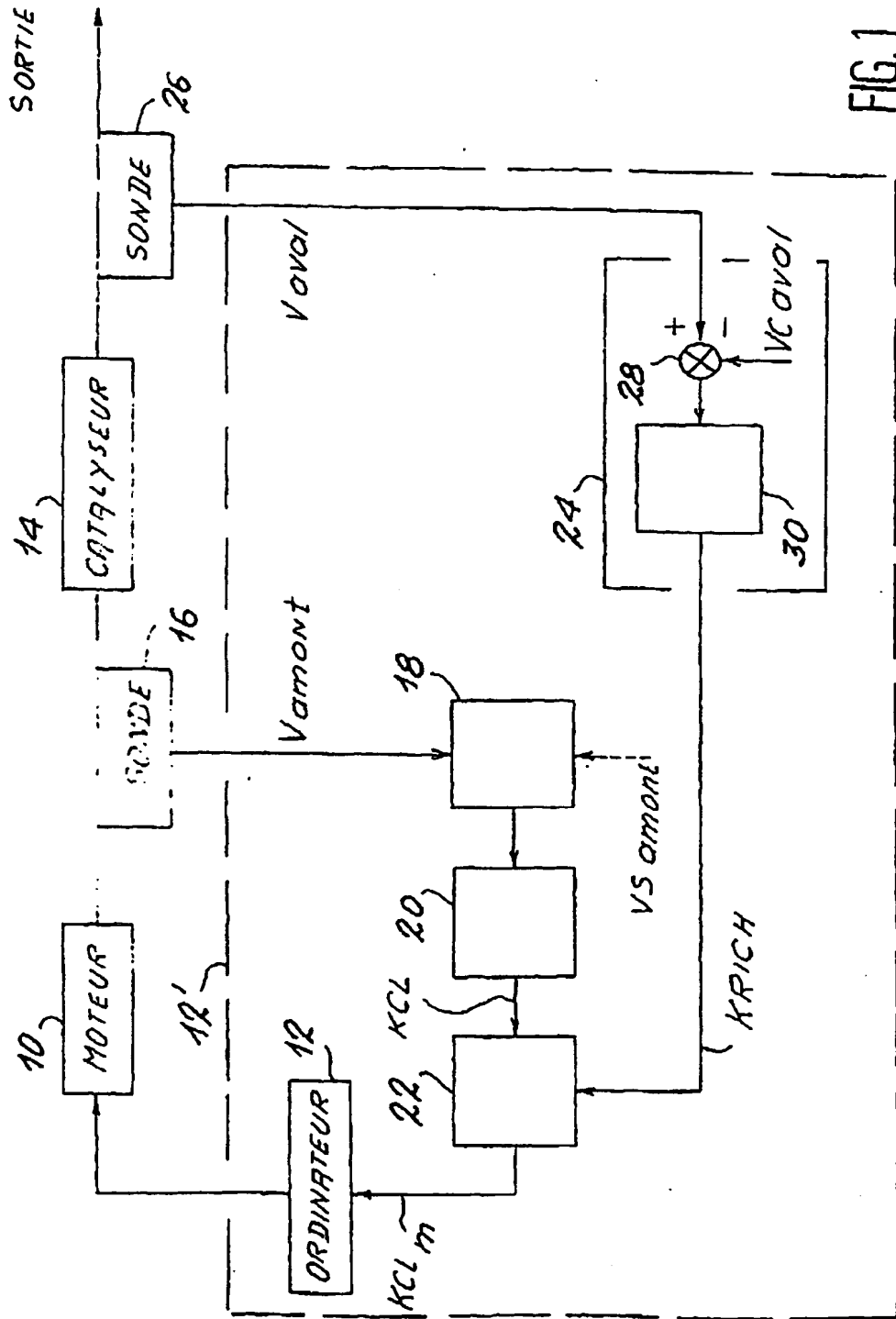


FIG. 1

FIG. 2 A

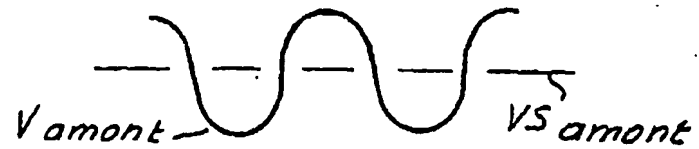


FIG. 2 B

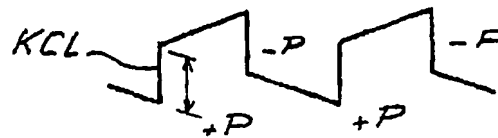


FIG. 4 A

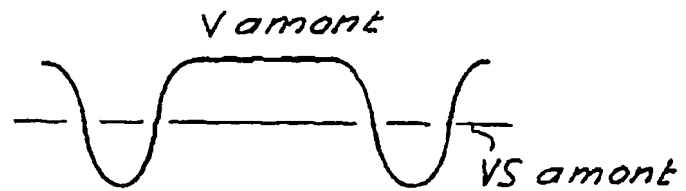


FIG. 4 B

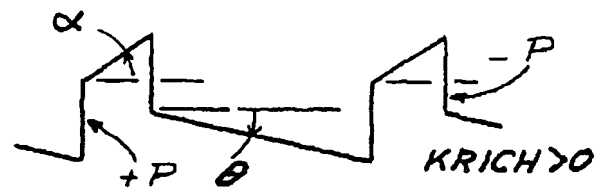


FIG. 4 C

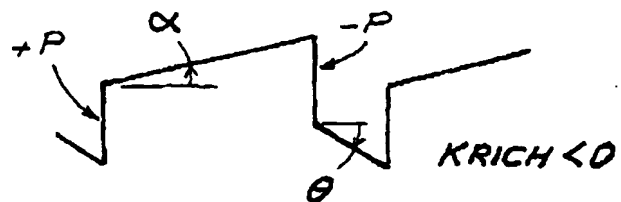


FIG. 3 A



FIG. 3 B



FIG. 3 C



FIG. 3 D



FIG. 3 E



FIG. 3 F



FIG. 3 G

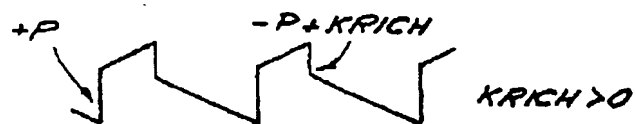


FIG. 3 H



FIG. 3 I

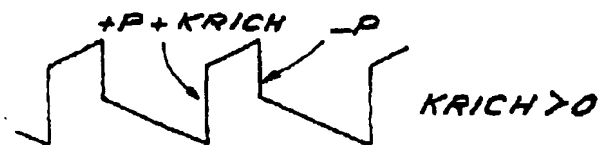
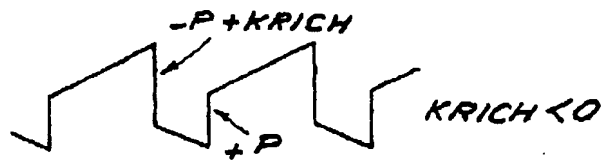


FIG. 3 J



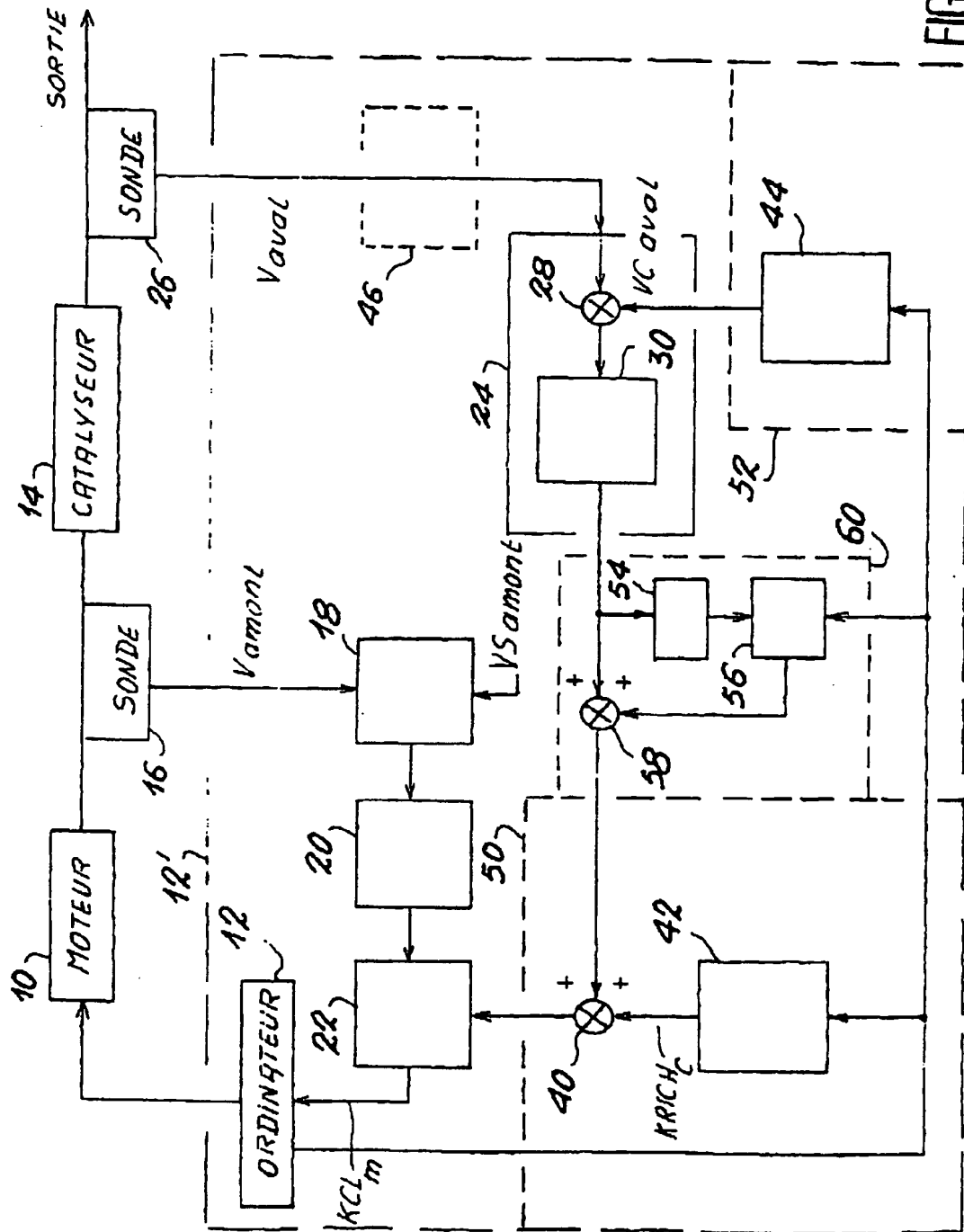


FIG. 5